

# 大豆の機能性成分を活かした 新たな加工用途の開発

～大豆の需要拡大を目指して～



富山県農林水産総合技術センター食品研究所  
守田和弘

# 背景

- 富山県では、大豆を水田農業の基幹作物として生産振興を図っており、作付面積や収穫量は全国上位。

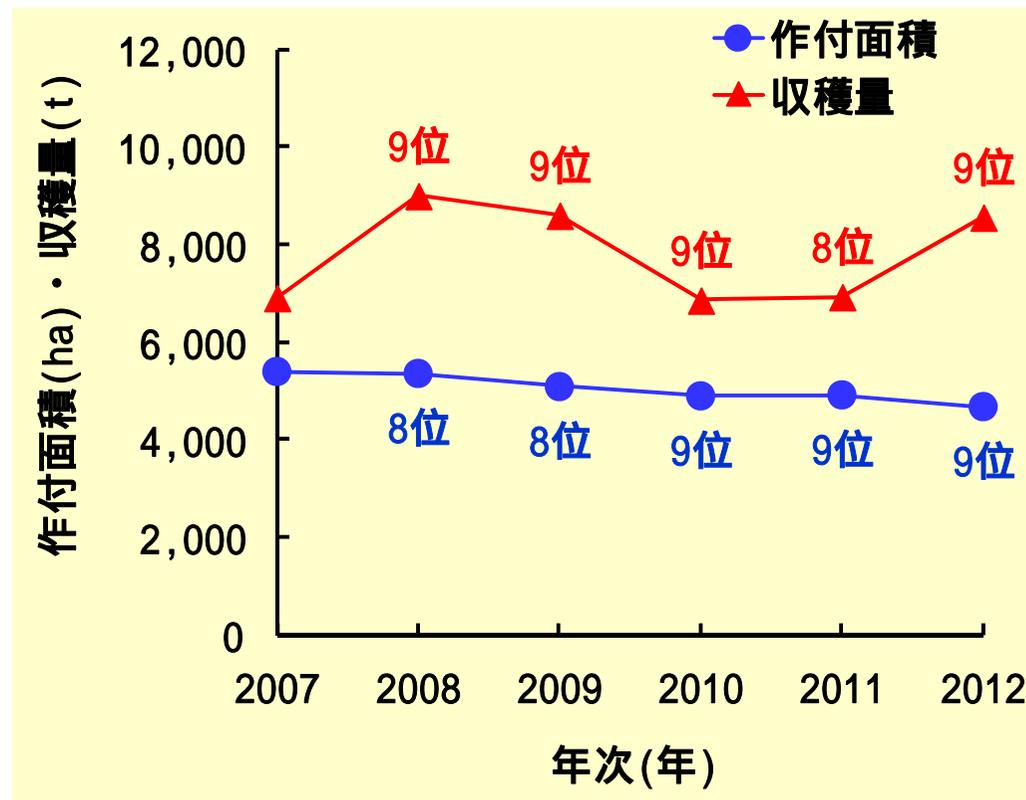
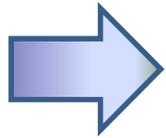


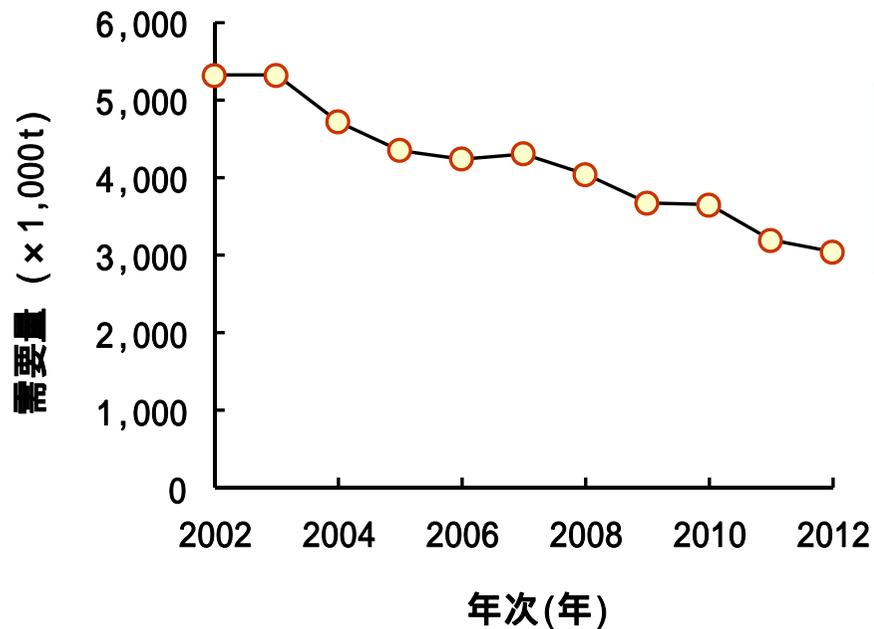
図1 富山県における大豆の作付面積と収穫量の推移。

# 背景

- 大豆は豆腐や煮豆などに加工され食されているが、用途が限定的であるため、近年の需要は減少傾向。



需要拡大には新たな用途開発が必要



国産大豆の用途別供給割合 (2012)

豆腐	煮豆 惣菜	納豆	味噌 醤油	その他
61%	9%	12%	9%	9%

(農水省「大豆をめぐる事情」より作成)



図2 我が国の大豆需要量の推移。  
(農水省「食料需給表」より作成)

# 背景

- 一方、近年は食生活の多様化から、健康食品への関心が高まっている。
- 大豆は機能性成分を豊富に含むことから、健康食品として注目されている。

## ○大豆に含まれる主な機能性成分と効果

機能性成分	効果
大豆オリゴ糖	腸内環境改善効果
イソフラボン	骨粗鬆症に効果
大豆タンパク質	コレステロール低下作用
β-コングリシニン	血中中性脂肪低減効果
グリシニン	コレステロール低下作用
レシチン	脳の老化防止



特定保健  
用食品  
(トクホ)  
関与成分

タンパク質

# 大豆タンパク質について

## ○大豆タンパク質の構成比



全体の7割を占める主要タンパク質



## ○主要タンパク質の特徴

タンパク質	機能性	豆腐物性への関与
β-コングリシニン	中性脂肪低減効果	滑らかさ、粘着性
グリシニン	コレステロール低下作用	硬さ、弾力性

これら2種類のタンパク質を簡易に分離することができれば、機能性や物性の異なる新素材・新製品の開発が可能になるものと期待される。

# 目的

## 研究目的

大豆の機能性成分を活かした、  
新たな加工用途の開発。

(県産大豆の需要拡大)

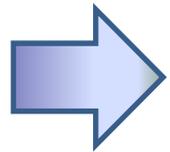


大豆のタンパク質を中心とした  
成分の分離方法を検討し、  
新たな素材・新製品の開発を目指す。



# 新素材開発の検討

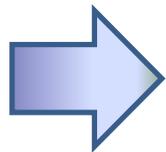
- ❖ 県内でも大豆の加工用途の大半は**豆腐製造**
- ❖ 豆腐は**タンパク質**を利用した加工品である
- ❖ 現状の加工設備を利用



豆乳をターゲットに



- ❖ 簡易な操作で



温度制御のみを検討



- ❖ 豆乳に対して加熱・凍結などの温度処理を行い、新しい素材の開発（成分分離）を検討。

# 温度制御による 豆乳の成分分離方法の検討



# 温度制御について

## ○豆乳の温度処理

### 加熱

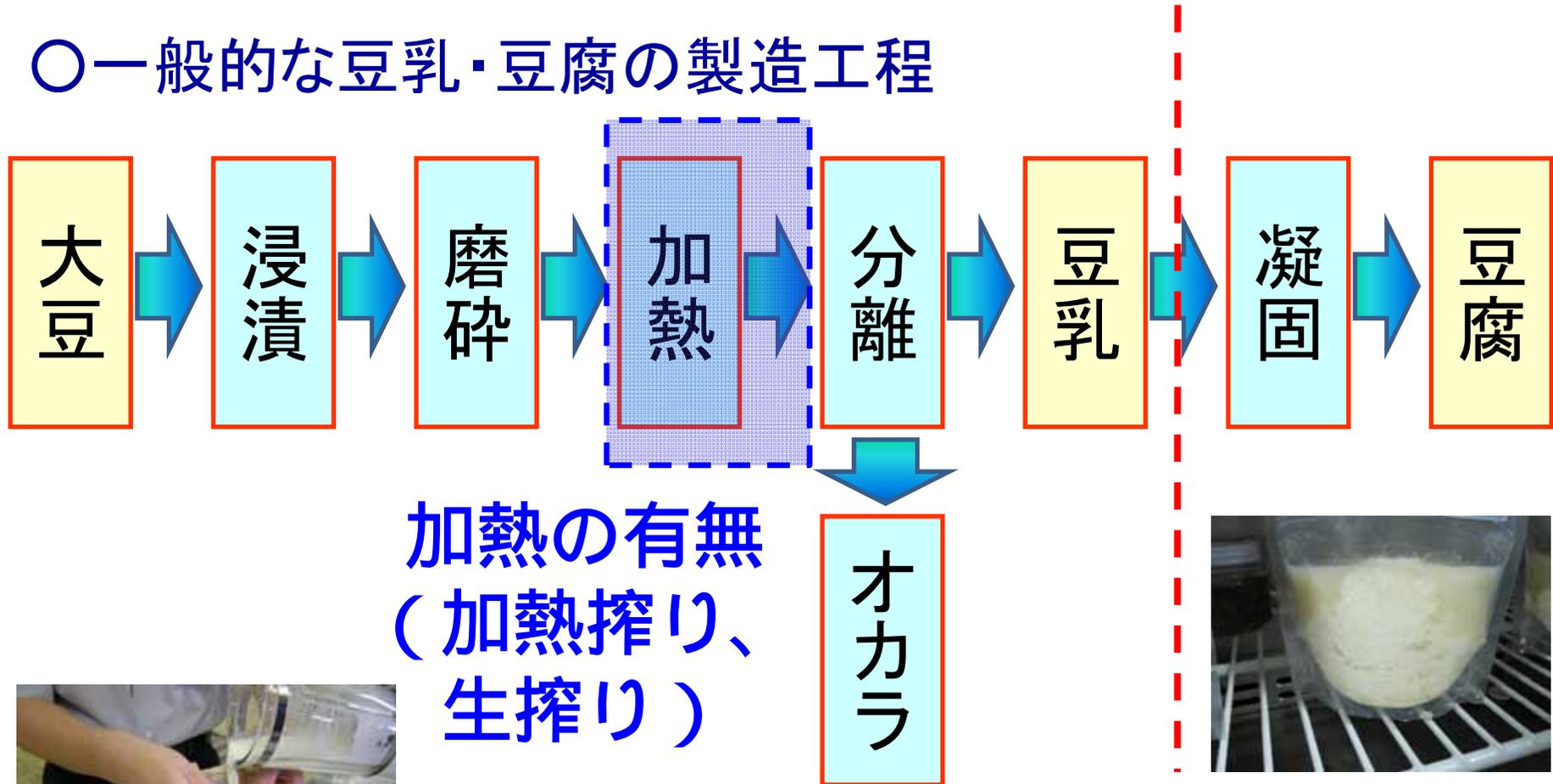
タンパク質が変性し、ゲル化能が形成される。  
(豆腐が作れるようになる)

### 凍結

凍結により内部構造が変化し、  
成分が凝集・分離する可能性。

# 温度処理方法

○一般的な豆乳・豆腐の製造工程



加熱の有無  
(加熱搾り、  
生搾り)

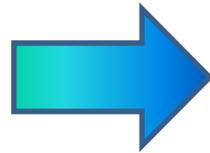


凍結処理  
(冷凍庫)

# 加熱搾り豆乳の凍結解凍



凍結前(加熱豆乳)



凍結解凍後

図3 加熱搾り豆乳の凍結解凍

🍷 見た目、大きな変化はないが、  
緩く固まっている。

# 生豆乳の凍結解凍



処理前  
(生豆乳)

加熱後  
凍結解凍  
(生搾り豆乳)



緩く凝固  
(加熱搾り豆乳と同様)

そのまま  
凍結解凍



2層に分離

# 生豆乳の凍結解凍



❖ 豆乳が分離することで、成分が分離している可能性。



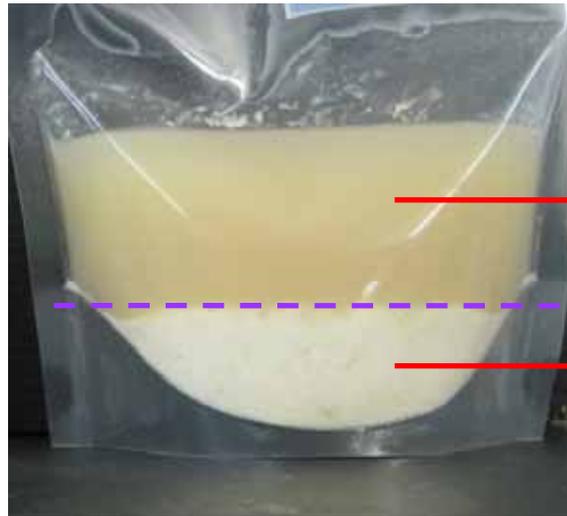
上層と下層を取り分け、成分の特徴を分析した。

生豆乳凍結解凍後

**2層に分離**



# 分離豆乳の成分分析



上層

下層

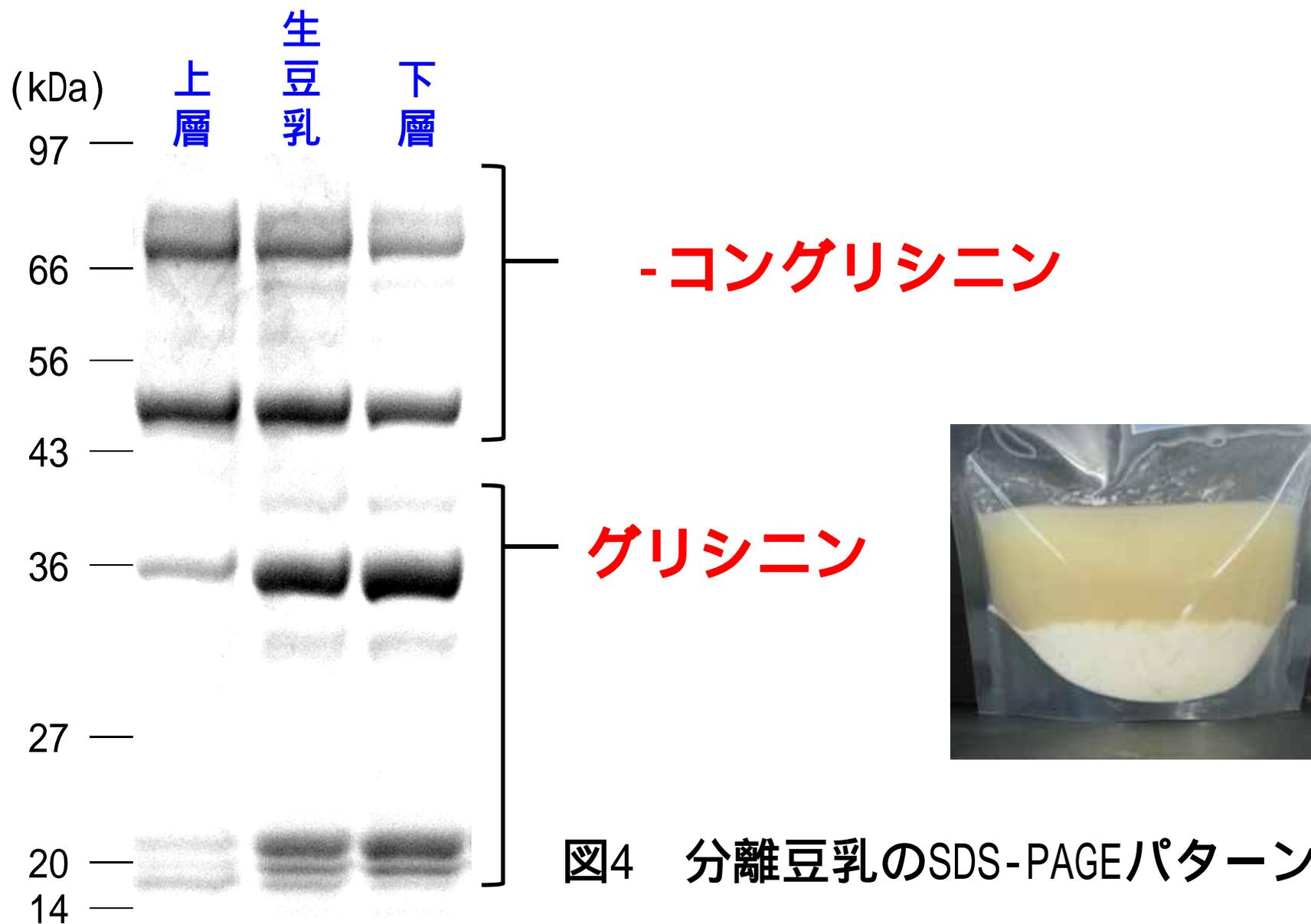
上層には脂質が  
ほとんど存在しない

表1 分離豆乳の重量比、タンパク質および脂質濃度。

	重量比 (%)	タンパク質 (%)	脂質 (%)
上層	62.3 ± 0.1	3.8 ± 0.0	0.3 ± 0.0
下層	37.7 ± 0.1	10.1 ± 0.0	9.9 ± 0.1

窒素・タンパク質換算係数6.25。平均値 ± 標準誤差 (n=3)。

# 分離豆乳のタンパク質組成



# 分離豆乳のタンパク質組成

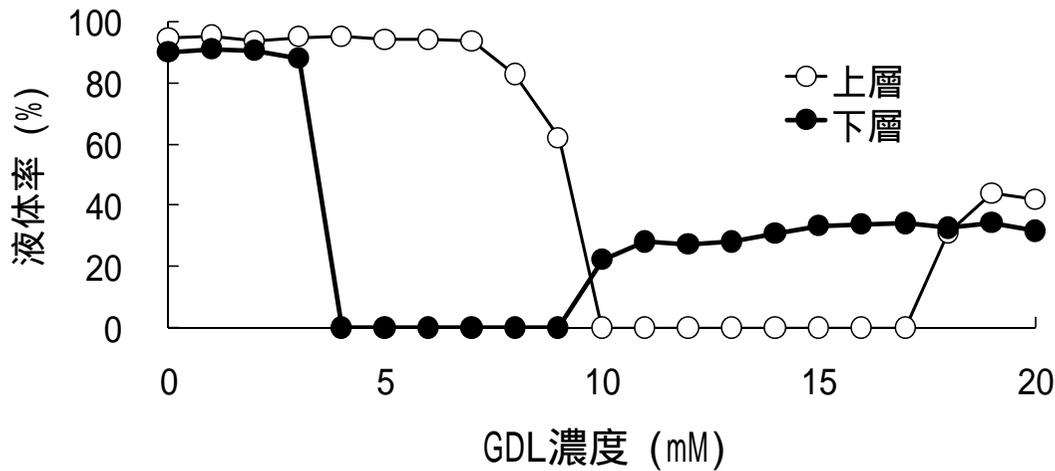
表2 分離豆乳のタンパク質相対比 .

試験区	-コングリシニン (%)	グリシニン (%)
上層	88.0 ± 1.6	12.0 ± 1.6
下層	37.0 ± 0.8	63.0 ± 0.8
生豆乳	52.2 ± 2.6	47.8 ± 2.6

平均値±標準誤差 (n=3).

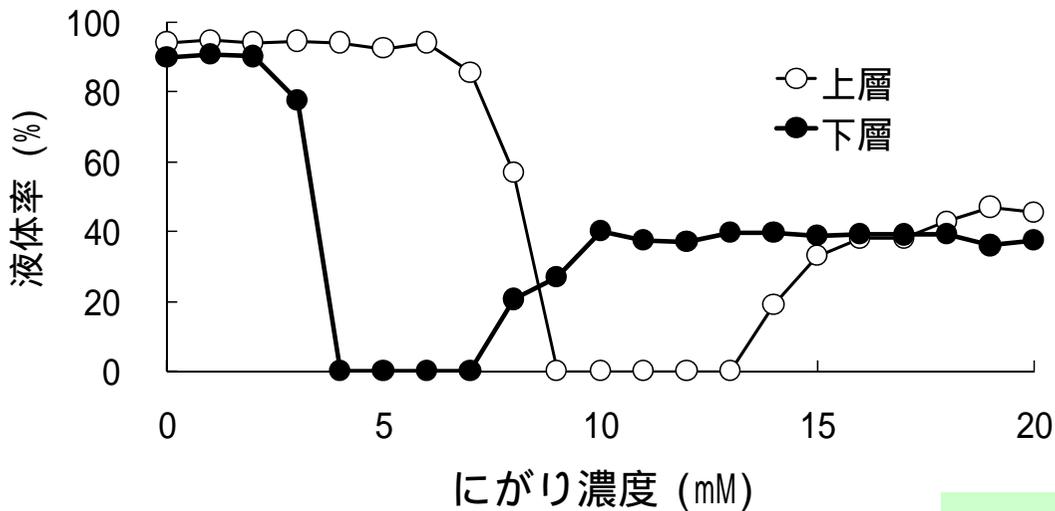
 2種の主要タンパク質が上層と下層に分離されていることが明らかとなった。

# 分離豆乳の凝固性



分離豆乳を加熱後、  
豆腐用凝固剤を添加

グルコノ  
デルタラクトン  
(GDL)



にがり  
(MgCl<sub>2</sub>)

図5 分離豆乳の凝固性。  
タンパク質濃度4%で調製。

液体率0%は完全凝固を示す。  
(豆腐になっている)



上層...凝固しにくい



下層...凝固しやすい

# 分離豆乳の物性

下層の破断応力（硬さ）は  
上層の2倍以上



上層

下層

分離豆乳から調製した豆腐の様子。  
タンパク質濃度4%で調製。

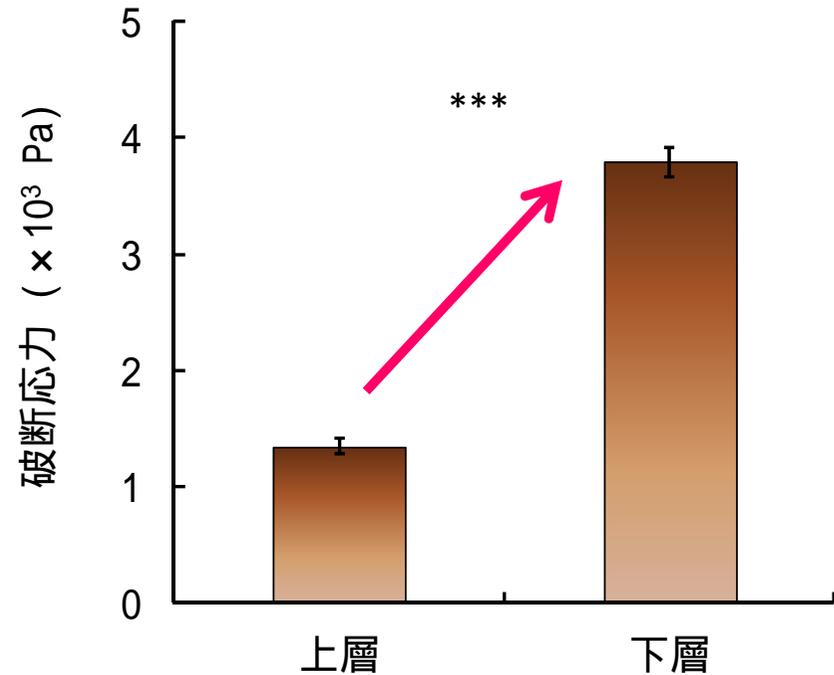
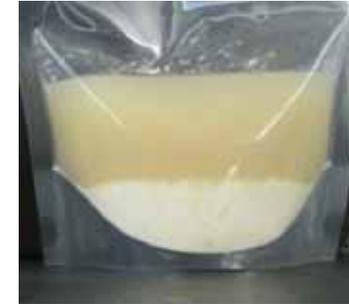


図6 分離豆乳から調製した豆腐の  
破断応力の比較。

縦棒は標準誤差 (n=3)。

\*\*\* : p<0.001。

# 分離豆乳のまとめ



## ○分離豆乳の主な特徴

	上層	下層
脂質	ほぼ 0%	多い
タンパク質組成	$\beta$ -コングリシニンが多い	グリシニンが多い
凝固性	凝固しにくい	凝固しやすい
豆腐の物性	柔らかい(滑らか)	硬い(弾力がある)

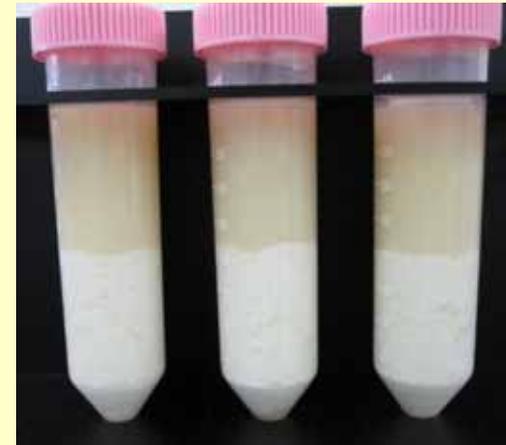
 分離豆乳の凝固性・豆腐物性は、主要タンパク質の特徴をよく反映していた。

# 分離条件について

## 凍結条件が分離に及ぼす影響

### 凍結温度

-5 、 -20 、 -80 で  
凍結しても同様に分離。



-5                      -20                      -80

### 凍結期間

1日、7日、28日、6ヶ月間凍結しても  
同様に分離。

❖ 豆乳全体が凍れば、凍結温度、凍結時間を  
問わず分離が可能。

# 分離豆乳を利用した加工用途の開発

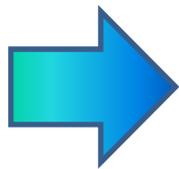


# 分離豆乳を利用した豆乳加工品の開発

📌 これまでの結果から、

上層 ... 柔らかく、滑らかな食品

下層 ... 硬く、弾力性のある食品



それぞれについて  
食品の開発を試みた。



# 上層を用いた「豆乳スイーツ」の開発

 富山県の特産果樹である「庄川産ユズ」の生鮮果汁の利用を検討。

(大豆タンパク質の酸凝固特性を利用)

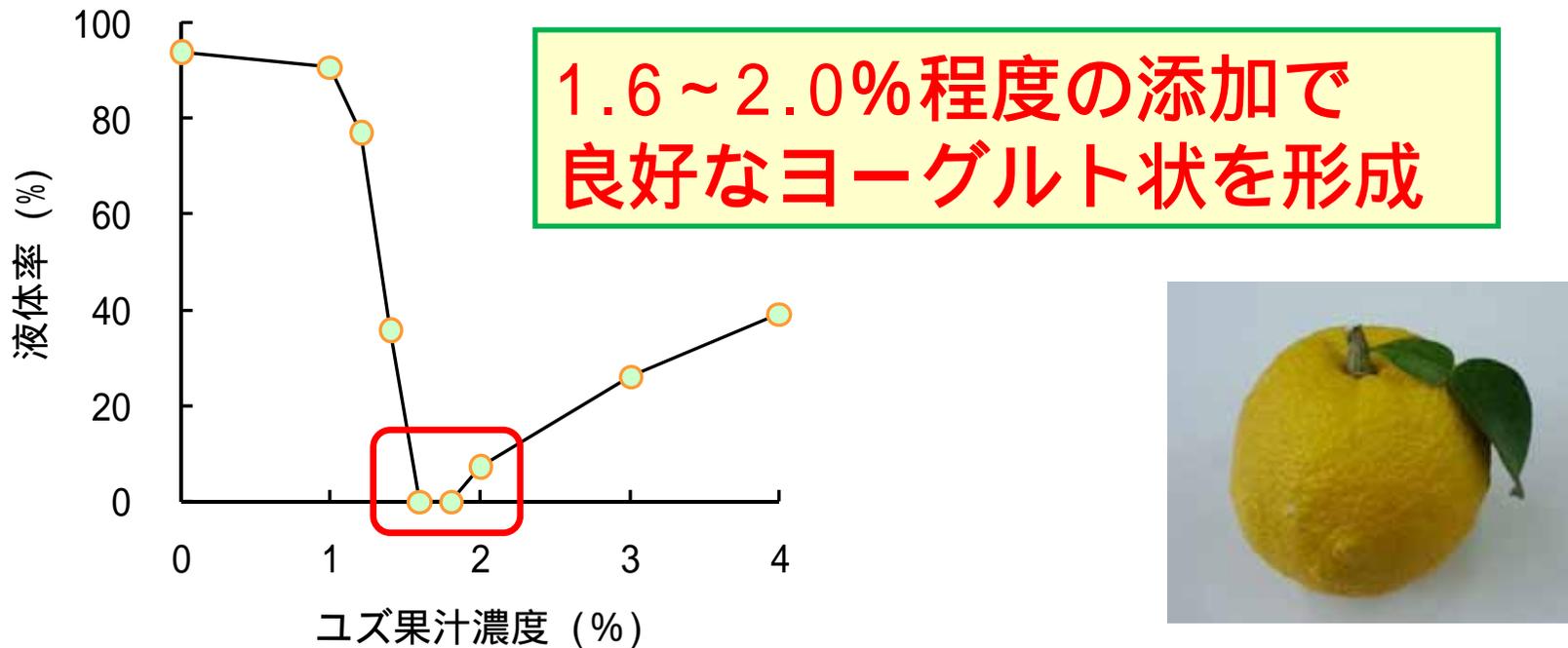


図7 ユズ果汁の添加が上層豆乳のゲル形成に及ぼす影響。

# 上層を用いた「豆乳スイーツ」の開発



試作した豆乳スイーツ。

## 豆乳スイーツのレシピ。

材料	分量
上層豆乳	180 mL
ユズ果汁(20%)	20 mL
はちみつ	12 g
ユズマーマレード	少々

# 上層を用いた「豆乳スイーツ」の開発

## ○試食アンケート結果

- ▶ 約8割の人が、上層で調製したものは豆乳で調製したものに比べて好ましいと回答



### 【主なコメント】

- ▶ 見た目はプリン、食感はヨーグルトに近い
- ▶ なめらかで食べやすい
- ▶ ユズ風味で豆臭さが抑えられている
- ▶ 健康機能を持つなら1~2割高くても買う

# 下層を用いた「豆乳ソーセージ」の開発

下層は分離前の豆乳に比べて破断応力が高く、従来は困難であった**かたい食品**の開発が可能。



## 豆乳ソーセージのレシピ .

材料	分量
下層豆乳	94 %
GDL	0.2 %
食塩	0.5 %
でんぷん	5 %

試作した豆乳ソーセージ .

# 下層を用いた「豆乳ソーセージ」の開発

## ○アンケート結果

### 【主なコメント】

- ✦食感は肉団子やつみれに近い
- ✦豆腐に比べ弾力がある
- ✦味は淡白であり、色々な調味が可能
- ✦植物性素材で体に良さそう

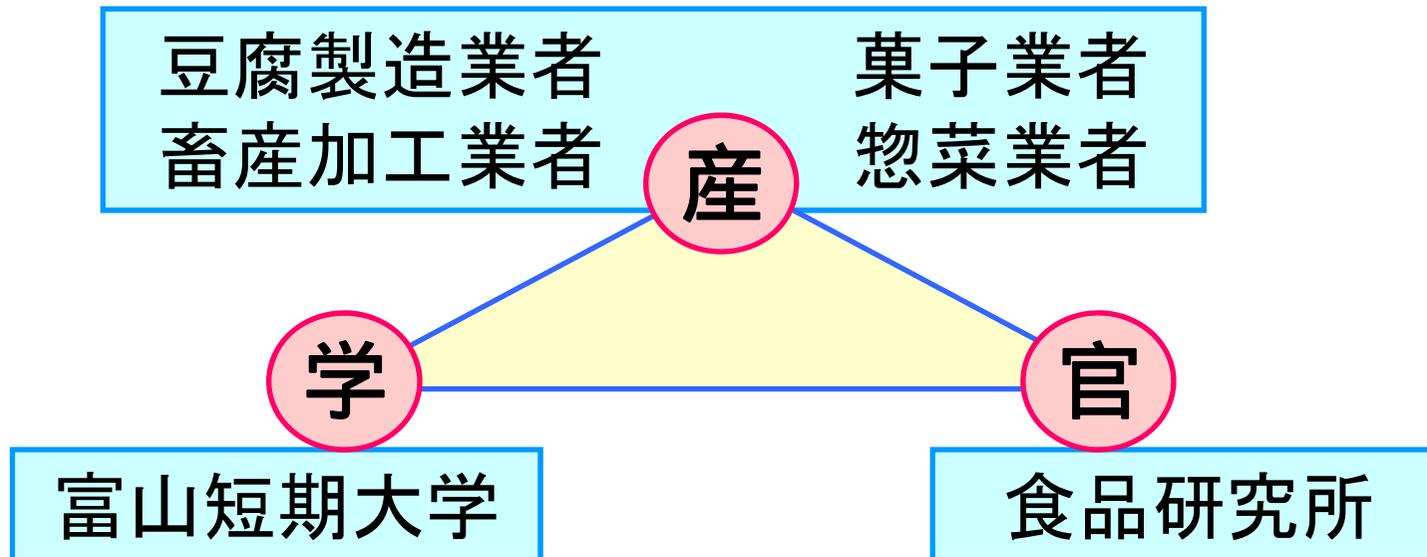


🌱 上層、下層の試作品はともに、これまでの大豆加工品には無い食感・特徴を持つことが示され、新製品の開発に有用な素材であると判断された。

# 実用化への取り組み



# 実用化への取り組み



## 🍴 新商品・新事業創出公募事業

(財団法人 富山県新世紀産業機構)

富山県内の**産学官グループ**に、新商品・新事業に関する研究開発を委託することにより、富山県に蓄積された産業基盤や資源を活用した**新商品・新事業の創出**促進を図ることを目的とするもの。

# 実用化プロセス(一例)

## 豆腐製造業者

- ✦豆乳製造(生豆乳)
- ✦凍結解凍(分離)
- ✦分離後、再凍結(保存・流通)



上層



## 菓子業者

- ✦解凍
- ✦菓子製造  
(デザート等)



下層



## 畜産加工業者

- ✦解凍
- ✦畜産加工品製造  
(ソーセージ等)



# 本技術を利用した試作品



豆乳プリン



豆乳ティラミス



豆乳ヨーグルト



豆乳ようかん



豆乳クッキー



豆乳サブレ



豆乳ソーセージ



豆乳ハンバーグ

試作品の一部は新商品・新事業創出公募事業による

# 試作品の評価会



試作品試食会

(H25.02.20 富山短期大学)



地域食品評価会

(H25.02.21 食品研究所)

これまでにない大豆加工品ということもあり、概ね好評なご意見をいただいた。現在、商品化について検討中。

# まとめ

1. 生豆乳を凍結解凍することで、豆乳の機能性成分を分離することが可能であった。
2. 分離した上層からは柔らかく滑らかな食品、下層からは硬く弾力性のある食品の開発が可能であった。
3. これらの分離豆乳を用いることで、大豆の機能性成分を活かした、新たな加工用途の開発が可能であり、大豆の需要拡大が期待される。

# 本技術は特許出願を行っております。 「豆乳の製造方法とそれを利用した食品」 (特願2012-47294)



## おわり

ご清聴ありがとうございました

(第3種郵便物認可)

### 「豆乳スイーツ」開発

#### 抗メタボ効果に期待

富山県農林水産総合技術センター食品研究所の守田和弘主任研究員は、豆乳を加熱前にいったん凍結させ、解冻するという簡易な方法で、2種類の主要なたんぱく質を分離する技術を開発した。この方法で得られた、抗メタボリック効果がある「メタボフリーソイ」を基礎にした豆乳を用い、ヨーグルト風の「豆乳スイーツ」を開発し、2月に特許申請を出願した。

**富山県食品研究所**

大豆の需要拡大のため2年前から研究に取り組んだ大豆は約35%のたんぱく質が含まれ、そのうち70%が主要なたんぱく質であるベータコングリンとクリニンで占められている。2種類のたんぱく質は凝固特性や機能性が異なるため、これまでは過心分離機や薬品を使い、複雑な工程で分離していた。守田研究員が確立した分離技術は、生豆乳をマイナス30度の冷凍庫に1、2週間程度凍結保管し、冷蔵庫で解冻するだけの簡単なもの。上、下層にくっきり分離し、上層は血中中性脂肪低減効果が多く含むベータコングリン、下層は良質な植物性脂質を多く含むクリニン。上層部はさらかく、滑らかな食感。ゼリーやヨーグルト用食品に加えて、きのこ、一例として庄川産エノの生鮮果実を2倍程度添加し、良好な豆乳ヨーグルトを完成させた。

「メタボフリーソイ」

(三)

#### たんぱく質2種 特産で製品化も視野

分離技術を確認